

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

EP04/6709

EP04/6709

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 43 094.6

**Anmeldetag:**

18. September 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zur Regelung der Luftmenge in  
einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug

**IPC:**

B 60 G 17/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. Juni 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Remus

**Zusammenfassung**

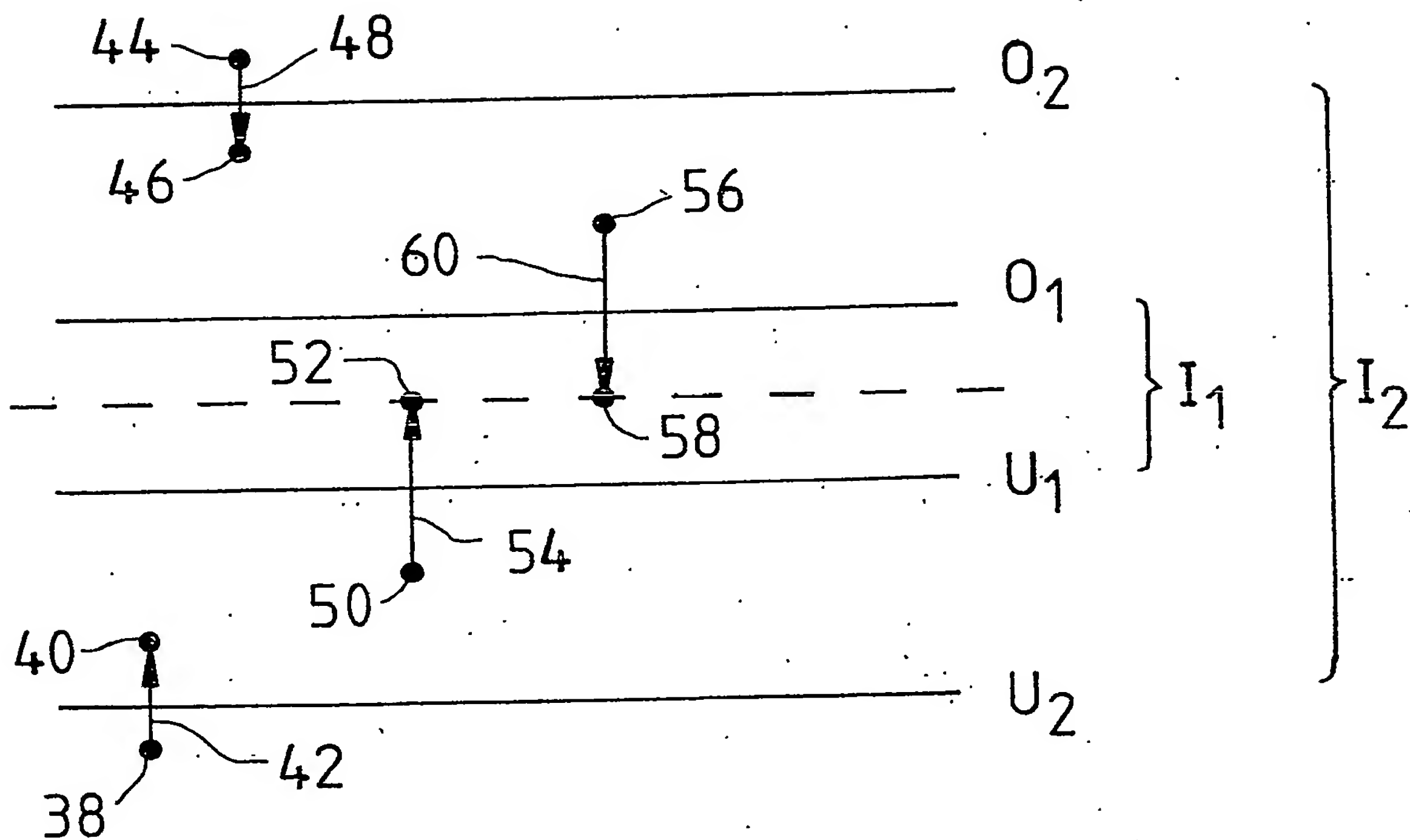
5

**Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug. Zur Regelung der Luftmenge werden zwei Luftmengenintervalle vorgegeben, wobei das erste Luftmengenintervall  $I_1$  vollständig innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt. Wenn die Luftmenge in der Niveauregelanlage außerhalb des Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, erfolgt auf jeden Fall eine Regelung in den Luftmengenintervall  $I_2$  hinein. Liegt die Luftmenge jedoch außerhalb des ersten Luftmengenintervalls  $I_1$  und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$ , so erfolgt eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein nur im Betrieb des Kraftfahrzeuges.

20 Fig. 2

FIG. 2



**Beschreibung****5 Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug, die folgende Bestandteile enthält:

- einen Kompressor
- einen Druckluftspeicher, der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,
- mindestens eine Luftfeder, wobei die Luftfeder über den Kompressor mit dem Druckluftspeicher derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder in den  
15 Druckluftspeicher und in die umgekehrte Richtung überführbar ist
- wobei die Regelung derart erfolgt, dass sich die Luftmenge innerhalb bestimmter Grenzen befindet.

Ein derartiges Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein  
20 Kraftfahrzeug ist aus der DE 101 22 567 C1 bekannt. Bei dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren erfolgt die Regelung der Luftmenge innerhalb bestimmter Grenzen eines Luftmengenintervalls, das so gewählt werden kann, dass die Luftmenge auch bei Temperaturschwankungen im Laufe eines längeren Zeitraumes innerhalb des Luftmengenintervalles liegt. Hierbei wird die untere Grenze des Luftmengenintervalls für  
25 eine niedrige Umgebungstemperatur (dies entspricht einer niedrigen Luftmenge) und die obere Grenze des Luftmengenintervalls für eine hohe Umgebungstemperatur (dies entspricht einer hohen Luftmenge) vorgegeben. Beispielsweise kann für die Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges ein Luftmengenintervall vorgegeben werden, das einen Temperaturbereich von  $15^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  (d. h., das Luftmengenintervall reicht von –  
30  $5^{\circ}\text{C}$  bis  $35^{\circ}\text{C}$ ) abdeckt. Geht man davon aus, dass sich das Kraftfahrzeug in einer mittleren Umgebungstemperatur von  $15^{\circ}\text{C}$  bewegt, so verlässt die in der

Niveauregelanlage befindliche Luftmenge auch bei größeren Temperaturschwankungen von  $\pm 20^\circ \text{C}$  das vorgegebene Luftmengenintervall nicht. Eine Nachregelung der Luftmenge aufgrund von Temperaturschwankungen der Umgebungstemperatur ist somit bei dem aus der DE 101 22 567 C1 bekannten Verfahren nicht notwendig.

5

Es ist somit festzustellen, dass aus der DE 101 60 972 C1 ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug bekannt ist, dass einen geringen Regelbedarf erfordert und somit zur Schonung und Langzeithaltbarkeit aller Komponenten (insbesondere des Kompressors) der Niveauregelanlage beiträgt. Es ist jedoch festzustellen, dass es bei dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren aufgrund der Größe des vorgegebenen Luftmengenintervalls dazu kommen kann, dass die von den Fahrzeugherstellern spezifizierten Regelgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich die Luftmenge in der Niveauregelanlage in Nähe der unteren oder der oberen Grenze des Luftmengenintervalls befindet. Wenn sich die Luftmenge in der Nähe der unteren Grenze des  
15 Luftmengenintervalls befindet, kann das Kraftfahrzeug aus einem niedrigen Niveau nicht schnell genug angehoben werden, da sich eine zu geringe Luftmenge in der Niveauregelanlage befindet. Falls sich hingegen die Luftmenge in der Niveauregelanlage in der Nähe der oberen Grenze des Luftmengenintervalls befindet, kann das Kraftfahrzeug  
20 aus einem hohen Niveau nicht schnell genug abgesenkt werden, da sich zuviel Luftmenge in der Niveauregelanlage befindet, die nicht genügend schnell in den Druckluftspeicher bzw. in die Atmosphäre überführt werden kann.

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, das einerseits eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage ermöglicht und andererseits nicht zu häufigen Regelungen in der Niveauregelanlage führt.

30

Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass

- zwei Luftmengenintervalle vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles liegt und das erste Luftmengenintervall eine erste Obergrenze und eine erste Untergrenze und das zweite Luftmengenintervall eine zweite Obergrenze und eine zweite Untergrenze hat und
- 5 – in jedem Fall eine Regelung der Luftmenge in das zweite Luftmengenintervall hinein erfolgt, wenn die Luftmenge vor der Regelung außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt, und
- unter bestimmten Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge vor der Regelung außerhalb des ersten Luftmengenintervalls und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt.

Der Grundgedanke der Erfindung ist darin zu sehen, dass ein erstes schmales Luftmengenintervall vorgegeben wird, das vollständig innerhalb eines zweiten breiten

15 Luftmengenintervalls liegt. Das erste Luftmengenintervall deckt einen schmalen Temperaturbereich ab und wird vorzugsweise so gewählt, dass die Niveauregelanlage in diesem Luftmengenintervall sämtlichen Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit genügt. Eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein wird nur unter bestimmten vorgegebenen Voraussetzungen vorgenommen, die anzeigen, dass eine

20 hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewünscht ist. Dies ist im Betrieb des Kraftfahrzeuges der Fall. Solange das Kraftfahrzeug in Betrieb ist, erfolgt eine Regelung der Luftmenge in der Niveauregelanlage derart, dass (nachdem die Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hineingeregelt wurde) die Luftmenge immer im ersten Intervall bleibt. Damit ist während des Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit

25 gewährleistet. Das zweite Luftmengenintervall wird vorzugsweise so gewählt, dass es einen großen Temperaturbereich abdeckt.

Mit der Erfindung wird der Vorteil erreicht, dass in der Niveauregelanlage nur wenige Regelungen der Luftmenge notwendig sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das

30 zweite Luftmengenintervall sehr breit gewählt wird und die Luftmenge in der Niveauregelanlage somit nur selten außerhalb dieses Luftmengenintervalls liegt. Mit der



Erfindung wird ferner der Vorteil erzielt, dass gleichzeitig eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewährleistet ist, wenn dies gewünscht ist. In diesem Fall wird eine Regelung innerhalb des ersten schmalen Luftfederintervalls vorgenommen.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 wird für den Fall, dass die Luftmenge außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt, eine Regelung derart vorgenommen, dass die Luftmenge nach der Regelung

- zwischen der zweiten Untergrenze und der ersten Untergrenze liegt, wenn die Luftmenge vor der Regelung unterhalb der zweiten Untergrenze gelegen hat, und
- zwischen der zweiten Obergrenze und der ersten Obergrenze liegt, wenn die Luftmenge vor der Regelung oberhalb der zweiten Obergrenze gelegen hat.

Mit der Weiterbildung wird der Vorteil erreicht, dass nur eine geringe Luftmenge in die Niveauregelanlage aufgefüllt bzw. aus dieser abgelassen werden muss, wenn die Luftmenge in der Niveauregelanlage außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt.

15 Somit sind nur kurze Kompressorlaufzeiten nötig, was der Lebensdauer des Kompressor zugute kommt.

Eine Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 3 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge außerhalb des ersten Luftmengenintervalls und innerhalb des zweiten  
 20 Luftmengenintervalls liegt, eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein unter der Voraussetzung vorgenommen wird, dass das Kraftfahrzeug zuvor in Betrieb genommen wurde. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges einfach erkannt werden kann (z. B. daran, dass der Motor läuft) und dass der Betrieb des Kraftfahrzeuges auf einfache Art und Weise die  
 25 Notwendigkeit einer hohen Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage anzeigt. Solange das Kraftfahrzeug sich im Betrieb befindet, wird die Luftmenge in der Niveauregelanlage derart geregelt, dass sie sich immer innerhalb des ersten schmalen Luftmengenintervalls befindet, so dass während des gesamten Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit gewährleistet ist. Erst wenn das Kraftfahrzeug abgestellt wird, lässt  
 30 die Regelung der Niveauregelanlage zu, dass die Luftmenge außerhalb des ersten

Luftmengenintervalls liegt. Eine Regelung der Luftmenge wird erst dann wieder vorgenommen, wenn die Luftmenge das zweite Luftmengenintervall verlässt.

5  
Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 wird eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein erst dann vorgenommen wird, wenn sich die Temperatur der Luftmenge in der Niveauregelanlage an die Umgebungstemperatur, in der das Kraftfahrzeug betrieben wird, angepasst hat. Durch dieses Vorgehen können unnötige Regelungen innerhalb der Niveauregelanlage vermieden werden. Ein weiterer Vorteil der Weiterbildung ist darin zu sehen, dass ausschließlich eine einfache Zeitmessung durchgeführt zu werden braucht. Eine zusätzliche Messung der Luftmenge während der Zeitspanne ist nicht notwendig.

15

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 werden nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges Messungen der Luftmenge vorgenommen und eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein wird unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen, dass sich die gemessene Luftmenge stabilisiert hat. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Regelung der Luftmengen in das erste Luftmengenintervall erst dann erfolgt, wenn durch Messungen sichergestellt ist, dass sich die gemessene Luftmenge stabilisiert hat.

20

Eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge unterhalb der zweiten Untergrenze liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges unterhalb eines sicheren Niveaus befindet, zunächst das Kraftfahrzeug in ein sicheres Niveau angehoben wird und danach eine Regelung der Luftmenge derart erfolgt, dass die Luftmenge nach der Regelung über der zweiten Untergrenze liegt. Mit dieser Weiterbildung wird also erreicht, dass eine Regelung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau Vorrang vor der Regelung der Luftmenge in der Niveauregelanlage hat. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass das Kraftfahrzeug möglichst schnell in ein

25

30



sicheres Niveau überführt wird. Bei dem sicheren Niveau, auf das das Kraftfahrzeug angehoben wird, kann es sich beispielsweise um ein vorgegebenes Tiefniveau handeln, in dem das Kraftfahrzeug eine ausreichende Bodenfreiheit hat und somit eine Beschädigung des Unterbodens des Kraftfahrzeuges weitgehend ausgeschlossen ist.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 wird zur Anhebung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau zunächst die in dem Druckluftspeicher vorhandene Druckluft genutzt und, falls diese zur Anhebung in das sichere Niveau nicht ausreicht, wird zur weiteren Anhebung des Kraftfahrzeuges Druckluft aus der Atmosphäre in Luftfedern der Niveauregelanlage angesaugt. Durch die Weiterbildung wird erreicht, dass nur mit dem Kompressor ein niedriger Druckluftanteil von der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt werden muss. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass der Kompressor nur über einen kurzen Zeitraum die große Druckdifferenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Druck in der Niveauregelanlage überwinden muss und somit eine hohe

15 Kompressorbelastung minimiert wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 8 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge oberhalb der zweiten Obergrenze liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges oberhalb eines sicheren Niveaus befindet, Druckluft aus den Luftfedern gleichzeitig in den Druckluftspeicher der Niveauregelanlage und in die Atmosphäre abgelassen wird. Durch diese Weiterbildung wird der Vorteil erreicht, dass ein schnelles Absenken des Kraftfahrzeuges in ein vorgegebenes sicheres Niveau möglich ist. Dies ist insbesondere bei stark motorisierten Geländewagen notwendig, da diese mit einer extrem großen Bodenfreiheit im Gelände und unmittelbar danach evtl. mit hoher Geschwindigkeit auf einer normalen Straße bewegt werden können. Weist der Geländewagen auf der normalen Straße immer noch die große Bodenfreiheit auf, so kann es bei hohen Geschwindigkeiten (in Kurven) zu einem Umkippen des Geländewagens kommen.

20

25

Ein Ausführungsbeispiel und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit den nachfolgenden Figuren erläutert, darin zeigt:

30

Fig. 1 eine geschlossene Niveauregelanlage in schematischer Darstellung

Fig. 2 ein Diagramm

Fig. 3 ein Diagramm

Fig. 4 ein Diagramm.

5 Figur 1 zeigt eine geschlossene Niveauregelanlage in schematischer Darstellung, die Luftfedern 2a bis 2d, einen Druckluftspeicher 4, einen Kompressor 6 mit einem Eingang 8 und einem Ausgang 10, steuerbare Wegeventile 14, 18 24a bis 24d und 34, einen Drucksensor 30 und eine Steuereinheit 36 aufweist. Mit Hilfe des Kompressors 6 ist Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 über die Wegeventile 14, 18 und 24a bis 24d in jede der Luftfedern 2a bis 2d überführbar, wenn der Aufbau des Kraftfahrzeuges angehoben werden soll. Darüber hinaus ist mit Hilfe des Kompressors 6 aus jeder der Luftfedern 2a bis 2d über die Wegeventile 24a bis 24d, 14 und 18 Druckluft in den Druckluftspeicher 4 überführbar, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges gesenkt und dazu Druckluft aus den Luftfedern 2a bis 2d abgelassen werden soll. Ferner kann mit 15 Hilfe des Kompressors 6 über das Wegeventil 34 und das Wegeventil 18 Druckluft aus der Atmosphäre in den Druckluftspeicher 4 überführt werden, um die Luftmenge in der Niveauregelanlage zu erhöhen. Darüber hinaus kann aus dem Druckluftspeicher 4 über das Wegeventil 14 und das Wegeventil 34 Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 in die Atmosphäre abgelassen werden, um eine zu hohe Luftmenge in der Niveauregelanlage zu 20 reduzieren.

Darüber hinaus kann mit Hilfe des Kompressors 6 über die Wegeventile 34, 18 und 24a bis 24d Druckluft aus der Atmosphäre in jede einzelne der Luftfedern 2a bis 2d überführt werden, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges mit Hilfe von Druckluft aus der 25 Atmosphäre angehoben werden soll. Ferner kann aus den Luftfedern 2a bis 2d über die Wegeventile 24a bis 24d, 14 und 34 Druckluft aus jeder der Luftfedern 2a bis 2d in die Atmosphäre abgelassen werden, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges abgesenkt und dazu Druckluft in die Atmosphäre abgeführt werden soll. Des Weiteren kann mit Hilfe des Drucksensors 30 der Druck sowohl in dem Druckluftspeicher 4 als auch in den 30 einzelnen Luftfedern 2a bis 2d gemessen werden. Wie die einzelnen Funktionen realisiert werden und in welchen Schaltzuständen sich die steuerbaren Wegeventile 14, 18, 24a bis

24d und 34 befinden, soll hier nicht näher ausgeführt werden, da es an sich bekannt, und beispielsweise in der DE 199 59 556 C1 ausführlich beschrieben ist. Sämtliche Funktionen werden von der Steuereinheit 36 veranlasst, die dazu die steuerbaren Wegeventile 14, 18, 24a bis 24d und 34 ansteuert, so dass diese in die notwendigen Schaltzustände übergehen.

5

Neben den oben genannten Funktionen kann die Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage bestimmt werden, wobei sich gezeigt hat, dass eine ausreichend genaue Bestimmung möglich ist, wenn die Luftmenge in dem Druckluftspeicher 4 und in den Luftfedern 2a bis 2d bestimmt wird, da die Luftmenge in den Druckluftleitungen zu vernachlässigen ist. Die Luftmenge  $L$  berechnet sich wie folgt:

$$L = p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4 + p_s V_s.$$

Mit  $p_1$  bis  $p_4$ : Druck in den Luftfedern 2a bis 2d;

$V_1$  bis  $V_4$ : Volumen der Luftfedern 2a bis 2d;

15  $p_s$ : Druck im Druckluftspeicher 4;

$V_s$ : Volumen des Druckluftspeichers 4.

Die Bestimmung der Luftmenge  $L$  in einer geschlossenen Niveauregelanlage ist an sich bekannt und z. B. ausführlich in der DE 101 22 567 C1 beschrieben. Der Gleichung für die Bestimmung der Luftmenge  $L$  ist zu entnehmen, dass die Luftmenge  $L$  von der Temperatur abhängig ist (da die einzelnen Summanden  $pV$  gemäß dem idealen Gasgesetz von der Temperatur abhängig sind). Ein Ansteigen der Temperatur bedeutet ein Ansteigen der Luftmenge und ein Absinken der Temperatur bedeutet ein Absinken der Luftmenge.

20

25 Im Zusammenhang mit den Figuren 2 bis 4 wird im Folgenden erläutert, wie die Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage mit Hilfe der Steuereinheit 36 (s. Figur 1) im einzelnen geregelt wird.

Der Figur 2 ist ein erstes Luftmengenintervall  $I_1$  zu entnehmen mit einer ersten

30

Untergrenze  $U_1$  und einer ersten Obergrenze  $O_1$  (Luftmengenintervall  $I_1 = (U_1; O_1)$ ). Der Figur 2 ist ferner ein zweites Luftmengenintervall  $I_2$  mit einer zweiten Untergrenze  $U_2$  und

einer zweiten Obergrenze  $O_2$  zu entnehmen (Luftmengenintervall  $I_2 = (U_2; O_2)$ ). Das erste Luftmengenintervall  $I_1$  liegt vollständig innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$ , d. h.  $O_1 < O_2$  und  $U_1 > U_2$ . Die beiden Luftmengenintervalle  $I_1$  und  $I_2$  sind in der Steuereinheit 36 (s. Figur 1) gespeichert. Wenn sich die Luftmenge in dem ersten schmalen Luftmengenintervall befindet, ist eine hohe Regelgeschwindigkeit (sowohl beim Absenken als auch beim Anheben) der Niveauregelanlage möglich.  $I_1$  deckt Schwankungen der Luftmenge in einem kleinen Temperaturintervall und  $I_2$  deckt Schwankungen der Luftmenge in einem großen Temperaturintervall ab.

Die Regelung der Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage wird durch die Steuereinheit 36 wie folgt vorgenommen: Angenommen, die aktuell bestimmte Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage liegt unterhalb der Untergrenze  $U_2$  des Luftmengenintervalls  $I_2$ , wie es durch den Punkt 38 angedeutet ist. In diesem Fall wird durch die Steuereinheit 36 eine Erhöhung der Luftmenge veranlasst, und zwar solange, bis die aktuelle Luftmenge  $L$  innerhalb des Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt. Vorzugsweise wird eine Regelung derart vorgenommen, dass nach der Regelung die Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage zwischen  $U_1$  und  $U_2$  liegt, so wie es durch den Punkt 40 angedeutet ist (der Regelvorgang ist durch den Pfeil 42 angedeutet). Eine Vergrößerung der Luftmenge erfolgt bei dieser Regelung dadurch, dass der Kompressor 6 über die Wegeventile 34 und 18 der Druckluftspeicher 4 aus der Atmosphäre befüllt wird (s. Figur 1). Durch die Befüllung des Druckluftspeichers 4 wird sichergestellt, dass das Kraftfahrzeug nicht unerwünscht angehoben wird, da keine Druckluft in die Luftfedern 2a – 2d überführt wird.

Es ist ebenfalls möglich, dass die aktuelle Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage oberhalb der Obergrenze  $O_2$  des Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, wie es durch den Punkt 44 angedeutet ist. In diesem Fall wird durch die Steuereinheit 36 veranlasst, dass die Luftmenge  $L$  solange reduziert wird, bis die aktuelle Luftmenge  $L$  innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt. Vorzugsweise wird hierbei die Luftmenge  $L$  solange reduziert, bis die aktuelle Luftmenge  $L$  zwischen  $O_1$  und  $O_2$  liegt, wie es durch den Punkt 46 angedeutet ist (der Regelvorgang ist durch den Pfeil 48 angedeutet). Die Reduzierung der Luftmenge  $L$  wird durch die Steuereinheit 36 veranlasst und führt dazu, dass aus dem

Druckluftspeicher 4 über die Wegeventile 14 und 34 Druckluft in die Atmosphäre abgelassen wird (s. Figur 1). Durch das Ablassen von Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 wird sichergestellt, dass sich bei einer Reduzierung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage das Niveau des Fahrzeugaufbaus des Kraftfahrzeuges nicht verändert, da keine Druckluft aus den Luftfedern 2a bis 2d abgelassen wird.

Die durch die Pfeile 42 und 48 angedeuteten Regelvorgänge, bei denen vor der Regelung die aktuelle Luftmenge L außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  gelegen hat, werden in jedem Fall und zu jeder Zeit (d. h. unabhängig vom Betriebsstand des Kraftfahrzeuges; die Regelvorgänge werden also sowohl vorgenommen, wenn sich das Kraftfahrzeug außer Betrieb befindet (was z. B. daran erkannt werden kann, dass der Motor nicht läuft), als auch im Betrieb des Kraftfahrzeuges) vorgenommen, wenn eine entsprechende Luftmenge L festgestellt wird.

Demgegenüber findet eine Regelung der Luftmenge L ausschließlich unter bestimmten Voraussetzungen statt, wenn die Luftmenge vor der Regelung außerhalb des ersten Luftmengenintervalls  $I_1$  und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt. Wenn die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, findet eine Regelung nicht statt. Dies wird im Folgenden erläutert: Angenommen, vor der Regelung wird eine aktuelle Luftmenge L festgestellt, die unterhalb der Untergrenze  $U_1$  des Luftmengenintervalls  $I_1$  und oberhalb der Untergrenze  $U_2$  des Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, wie es durch den Punkt 50 angedeutet ist. In diesem Fall wird unter bestimmten Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein vorgenommen, wie es durch den Punkt 52 angedeutet ist (der Regelvorgang ist durch den Pfeil 54 angedeutet). Vorzugsweise wird die Luftmenge L hierbei solange erhöht, bis die aktuelle Luftmenge L in der Niveauregelanlage in der Mitte (angedeutet durch die strichlinierte Linie) des Luftmengenintervalls  $I_1$  liegt. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass nach der Regelung der Luftmenge L diese die größtmögliche Schwankungsbreite hat, ohne dass das Luftmengenintervall  $I_1$  verlassen wird. Somit ist eine weitere Nachregelung nur selten erforderlich. Die Erhöhung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage erfolgt genauso,



wie es bereits oben im Zusammenhang mit dem Regelvorgang vom Punkt 38 zum Punkt 40 erläutert worden ist.

Es ist ebenfalls möglich, dass die aktuelle Luftmenge  $L$  oberhalb der Obergrenze  $O_1$  und unterhalb der Obergrenze  $O_2$  liegt, so wie es durch den Punkt 56 angedeutet ist. In diesem Fall wird, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, die aktuelle Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage solange reduziert bis diese in dem Luftmengenintervall  $I_1$  liegt, wie es durch den Punkt 58 angedeutet ist (der dazugehörigen Regelvorgang ist durch den Pfeil 60 angedeutet). Auch in diesem Fall wird vorzugsweise soviel Druckluft aus der Niveauregelanlage abgelassen, bis die aktuelle Luftmenge  $L$  in der Niveauregelanlage in der Mitte des Luftmengenintervalls  $I_1$  liegt, um den oben genannten Vorteil zu erzielen. Das Ablassen der Druckluft aus der Niveauregelanlage erfolgt genauso, wie es im Zusammenhang mit dem Regelvorgang vom Punkt 44 zum Punkt 46 bereits erläutert worden ist (s. oben).

15

Die Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit die Steuereinheit 36 (s. Figur 1), die durch die Pfeile 54 und 60 angedeuteten Regelungen in das Intervall  $I_1$  hinein veranlasst, können unterschiedlich und z. B. wie folgt gewählt und in der Steuereinheit 36 festgelegt werden:

20

- Eine erste Voraussetzung kann darin bestehen, dass das Kraftfahrzeug, in dem sich die Niveauregelanlage befindet, in Betrieb genommen wird.
- Eine zweite alternative Voraussetzung kann darin bestehen, dass sich das Kraftfahrzeug nach der Inbetriebnahme bereits eine bestimmte zeitlang im Betrieb befindet.
- Eine dritte alternative Voraussetzung kann darin bestehen, dass sich das Kraftfahrzeug im Betrieb befindet und Messungen der Luftmenge  $L$  der Niveauregelanlage ergeben haben, dass sich die aktuelle Luftmenge  $L$  stabilisiert hat.

25

Die Aufzählung ist beispielhaft, weitere alternative Voraussetzungen sind denkbar.

Nachdem unter Vorliegen der festgelegten Voraussetzung in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein geregelt wurde, erfolgt eine Regelung der Luftmenge, solange das Kraftfahrzeug im Betrieb ist, derart, dass die Luftmenge während des Betriebes im ersten

30



Luftmengenintervall  $I_1$  bleibt. Erst wenn durch die Steuereinheit 36 festgestellt wird, dass sich das Kraftfahrzeug nicht mehr im Betrieb befindet, wird von der Steuereinheit 36 zugelassen, dass die Luftmenge  $L$  das Luftmengenintervall  $I_1$  verlässt.

- 5 Figur 3 zeigt ein Diagramm mit zwei Luftmengenintervallen  $I_1$  und  $I_2$ , die sich grundsätzlich genauso zueinander verhalten, wie die im Zusammenhang mit der Figur 2 erläuterten Luftmengenintervalle. Die Luftmengenintervalle  $I_1$  und  $I_2$  sind in der Steuereinheit 36 (s. Figur 1) gespeichert. Bei dem Diagramm gemäß Figur 3 wird davon ausgegangen, dass sich das Kraftfahrzeug, in dem die Niveauregelanlage eingebaut ist, hauptsächlich in einer Umgebungstemperatur gefahren wird, die im Durchschnitt ca.  $15^\circ\text{C}$  beträgt (z. B. im Sommer in Westeuropa). Das Luftmengenintervall  $I_1$  wird nun so festgelegt, dass die Luftmenge  $L$  bei  $15^\circ\text{C}$  in der Mitte dieses Luftmengenintervalls liegt. Darüber hinaus soll die Untergrenze  $U_1$  des Luftmengenintervalls  $I_1$  durch die Luftmenge  $L$  definiert werden, die aus der Luftmenge  $L$  bei  $15^\circ\text{C}$  hervorgeht, wenn sich die Temperatur
- 15 um  $20^\circ\text{C}$  auf  $-5^\circ\text{C}$  erniedrigt. Die Obergrenze  $O_1$  des Luftmengenintervalls  $I_1$  soll durch eine Luftmenge  $L$  definiert sein, die aus der Luftmenge  $L$  bei  $15^\circ\text{C}$  hervorgeht, wenn sich die Temperatur um  $20^\circ\text{C}$  auf  $35^\circ\text{C}$  erhöht. Das Luftmengenintervall  $I_1$  deckt somit Luftmengenschwankungen in einem Temperaturbereich von  $-5^\circ\text{C}$  bis  $35^\circ\text{C}$  ab. Das Luftmengenintervall  $I_2$  wird so gewählt, dass es Luftmengenschwankungen in einem
- 20 Temperaturbereich von  $-20^\circ\text{C}$  an der Untergrenze  $U_2$  von  $I_2$  bis  $50^\circ\text{C}$  an der Obergrenze  $O_2$  abdeckt.

- Wenn sich die Luftmenge  $L$  in dem Luftmengenintervall  $I_1$  befindet, weist die Niveauregelanlage eine hohe Regelgeschwindigkeit auf, d. h., der Aufbau des
- 25 Kraftfahrzeuges kann sowohl schnell angehoben als auch abgesenkt werden. Falls sich die Luftmenge  $L$  außerhalb der  $I_1$  befindet, findet eine Regelung in das Luftmengenintervall  $I_1$  hinein statt, wenn die festgelegte Voraussetzung (s. o.) erfüllt ist. Solange das Kraftfahrzeug in Betrieb ist, erfolgt eine Regelung der Luftmenge  $L$  derart, dass (nachdem die Luftmenge in  $I_1$  hineingeregelt wurde) die Luftmenge in  $I_1$  bleibt. Damit ist während
- 30 des Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit gewährleistet.

Beispiel:

(Bei dem Beispiel wird davon ausgegangen, dass in der Steuereinheit die erste Voraussetzung festgelegt ist, die darin besteht, dass das Kraftfahrzeug in Betrieb genommen wird.)

- 5 Wenn das Kraftfahrzeug an einem heißen Sommertag auf einem Parkplatz abgestellt wird, heizt es sich stark auf und es kann dazu kommen, dass die Lufttemperatur in der Niveauregelanlage über  $35^{\circ}\text{C}$  ansteigt und somit die aktuelle Luftmenge in der Niveauregelanlage oberhalb der Obergrenze  $O_1$  liegt. Solange die aktuelle Luftmenge im Stillstand des Kraftfahrzeuges zwischen  $O_1$  und  $O_2$  liegt, erfolgt keine Regelung der Luftmenge. Liegt die Luftmenge jedoch oberhalb von  $O_2$  (steigt die Temperatur also über  $50^{\circ}\text{C}$ ), wird durch die Steuereinheit 36 (s. Figur 1) der Niveauregelanlage eine Regelung derart vorgenommen, dass im Stillstand des Kraftfahrzeuges nach der Regelung die Luftmenge wieder zwischen  $O_1$  und  $O_2$  liegt (entsprechende Regelungen werden vorgenommen, wenn die aktuelle Luftmenge  $L$  unter  $U_1$  absinkt, die Lufttemperatur also unter  $-5^{\circ}\text{C}$  sinkt). Wird das Kraftfahrzeug in Betrieb genommen, wird die Luftmenge  $L$  in das Luftmengenintervall  $I_1$  hineingeregelt und dort solange durch eventuelle Nachregelungen gehalten, wie das Kraftfahrzeug in Betrieb ist.

- 20 Die Figur 4 zeigt ebenfalls ein Diagramm mit zwei Luftmengenintervallen  $I_1$  und  $I_2$ , bei dem davon ausgegangen wird, dass das Kraftfahrzeug, in das die Niveauregelanlage eingebaut ist, hauptsächlich bei einer Durchschnittstemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  in Betrieb ist (z. B. im Winter in Skandinavien). Das Luftmengenintervall  $I_1$  deckt Luftmengenschwankungen in einem Temperaturbereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $0^{\circ}\text{C}$  und das Luftmengenintervall  $I_2$  deckt einen Temperaturbereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $20^{\circ}\text{C}$  ab. Auch hier ist im Luftmengenintervall  $I_1$  eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewährleistet. Die Regelung der Niveauregelanlage erfolgt auch hier analog zu den Regelungen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 erläutert worden sind, mit dem einzigen Unterschied, dass andere Temperaturgrenzen bei der Regelung berücksichtigt werden.

**Bezugszeichenliste**

(Teil der Beschreibung)

5	2a, ..., 2d	Luftfeder
	4	Druckluftspeicher
	6	Kompressor
	8	Eingang des Kompressors
	10	Ausgang des Kompressors
	14	steuerbares Wegeventil
	18	steuerbares Wegeventil
	24a, ..., 24d	steuerbare Wegeventile
	30	Drucksensor
	34	steuerbares Wegeventil
15	36	Steuereinheit
	38	Punkt
	40	Punkt
	42	Pfeil
	44	Punkt
20	46	Punkt
	48	Pfeil
	50	Punkt
	52	Punkt
	54	Pfeil
25	56	Punkt
	58	Punkt
	60	Pfeil

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug, die folgende Bestandteile enthält:

- einen Kompressor (6)
  - einen Druckluftspeicher (4), der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,
  - mindestens eine Luftfeder (2a,..., 2d), wobei die Luftfeder (2a,..., 2d) über den Kompressor (6) mit dem Druckluftspeicher (4) derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder (2a,..., 2d) in den Druckluftspeicher (4) und in die umgekehrte Richtung überführbar ist,
- wobei die Regelung derart erfolgt, dass sich die Luftmenge L innerhalb bestimmter Grenzen befindet ,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,** dass

- zwei Luftmengenintervalle  $I_1$ ,  $I_2$  vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall  $I_1$  innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles  $I_2$  liegt und das erste Luftmengenintervall  $I_1$  eine erste Obergrenze  $O_1$  und eine erste Untergrenze  $U_1$  und das zweite Luftmengenintervall  $I_2$  eine zweite Obergrenze  $O_2$  und eine zweite Untergrenze  $U_2$  hat und
- in jedem Fall eine Regelung der Luftmenge L in das zweite Luftmengenintervall  $I_2$  hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge L vor der Regelung außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, und
- unter bestimmten vorgegebenen Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge L vor der Regelung außerhalb des ersten Luftmengenintervalls  $I_1$  und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt.

2. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass die

Luftmenge  $L$  außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, eine Regelung derart vorgenommen wird, dass die Luftmenge  $L$  nach der Regelung

- zwischen der zweiten Untergrenze  $U_2$  und der ersten Untergrenze  $U_1$  liegt, wenn die Luftmenge  $L$  vor der Regelung unterhalb der zweiten Untergrenze  $U_2$  gelegen hat, und
- zwischen der zweiten Obergrenze  $O_2$  und der ersten Obergrenze  $O_1$  liegt, wenn die Luftmenge  $L$  vor der Regelung oberhalb der zweiten Obergrenze  $O_2$  gelegen hat.

- 5
3. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge  $L$  außerhalb des ersten Luftmengenintervalls  $I_1$  und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls  $I_2$  liegt, eine Regelung der Luftmenge  $L$  in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein unter der Voraussetzung vorgenommen wird, dass das Kraftfahrzeug zuvor in Betrieb genommen wurde.

- 15
4. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regelung der Luftmenge  $L$  in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen wird, dass nach der Inbetriebnahme eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist.

- 20
5. Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges Messungen der Luftmenge  $L$  vorgenommen werden und eine Regelung der Luftmenge  $L$  in das erste Luftmengenintervall  $I_1$  hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen wird, dass sich die gemessene Luftmenge  $L$  stabilisiert hat.

- 25
6. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge  $L$  unterhalb der zweiten Untergrenze  $U_2$  liegt und sich das Niveau des
- 30

Kraftfahrzeuges unterhalb eines sicheren Niveaus befindet, zunächst das Kraftfahrzeug in ein sicheres Niveau angehoben wird und danach eine Regelung der Luftmenge  $L$  derart erfolgt, dass die Luftmenge  $L$  nach der Regelung über der zweiten Untergrenze  $U_2$  liegt.

5

7. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anhebung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau zunächst die in dem Druckluftspeicher (4) vorhandene Druckluft genutzt wird und, falls diese zur Anhebung in das sichere Niveau nicht ausreicht, zur weiteren Anhebung des Kraftfahrzeuges Druckluft aus der Atmosphäre angesaugt wird.

15

8. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge  $L$  oberhalb der zweiten Obergrenze  $O_2$  liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges oberhalb eines sicheren Niveaus befindet, Druckluft aus den Luftfedern (2a,...,2d) gleichzeitig in den Druckluftspeicher (4) und in die Atmosphäre abgelassen wird.

20

9. Verfahren zur Regelung der Luftmenge  $L$  in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass solange Druckluft aus den Luftfedern (2a,...,2d) abgelassen wird, bis sich das Kraftfahrzeug in einem sicheren Niveau befindet.

25

10. Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die folgende Bestandteile enthält:

- einen Kompressor (6)
- einen Druckluftspeicher (4), der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,

30



- mindestens eine Luftfeder (2a,...,2d), wobei die Luftfeder (2a,...,2d) über den Kompressor (6) mit dem Druckluftspeicher (4) derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder (2a,...,2d) in den Druckluftspeicher (4) und in die umgekehrte Richtung überführbar ist,
- 5 eine Steuereinheit (36), die eine Regelung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage derart vornimmt, dass sich die Luftmenge L innerhalb bestimmter Grenzen befindet, dadurch gekennzeichnet, dass in der Steuereinheit (36) zwei Luftmengenintervalle  $I_1$ ,  $I_2$  vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall  $I_1$  innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles  $I_2$  liegt und das erste Luftmengenintervall  $I_1$  eine erste Obergrenze  $O_1$  und eine erste Untergrenze  $U_1$  und das zweite Luftmengenintervall  $I_2$  eine zweite Obergrenze  $O_2$  und eine zweite Untergrenze  $U_1$  hat.

FIG. 1

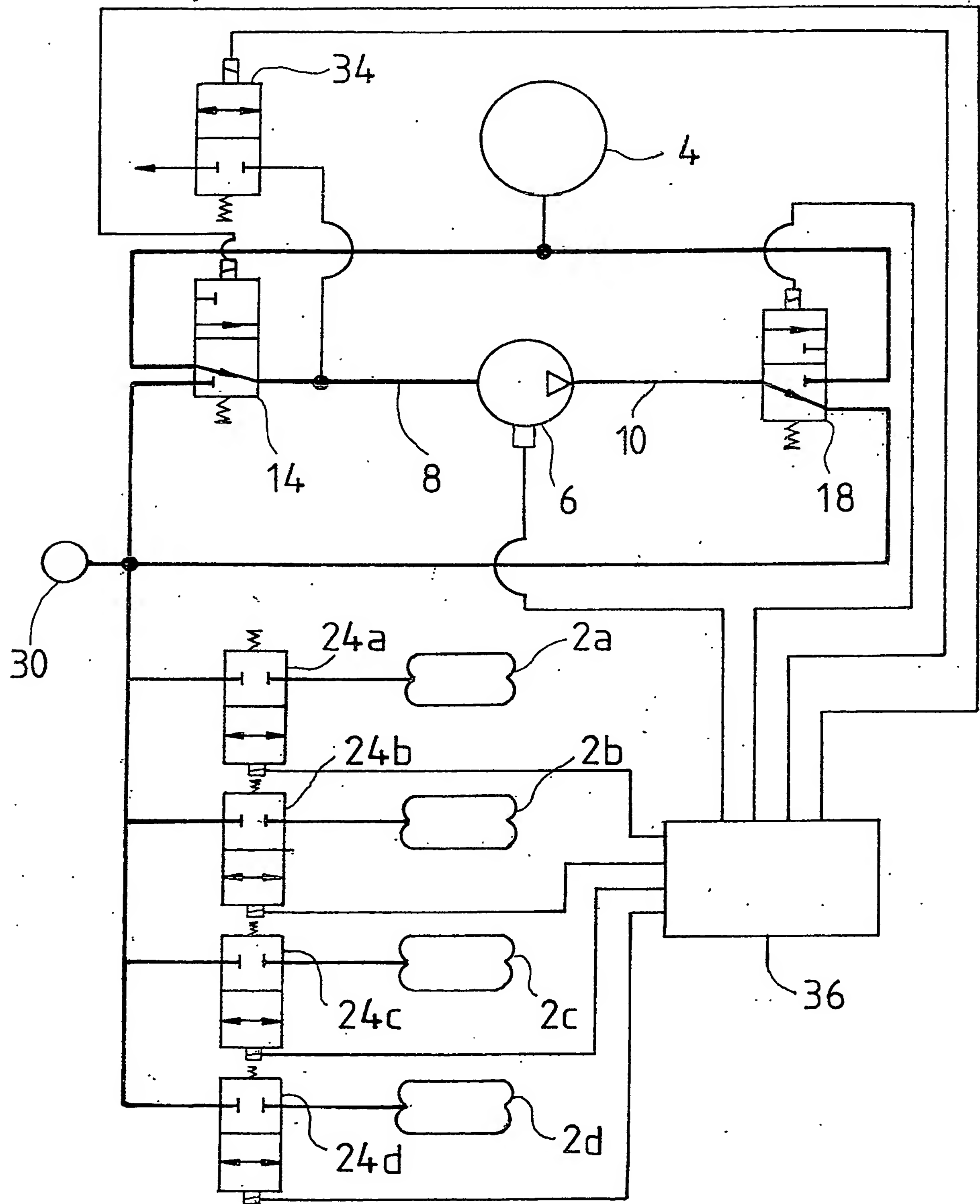


FIG. 2

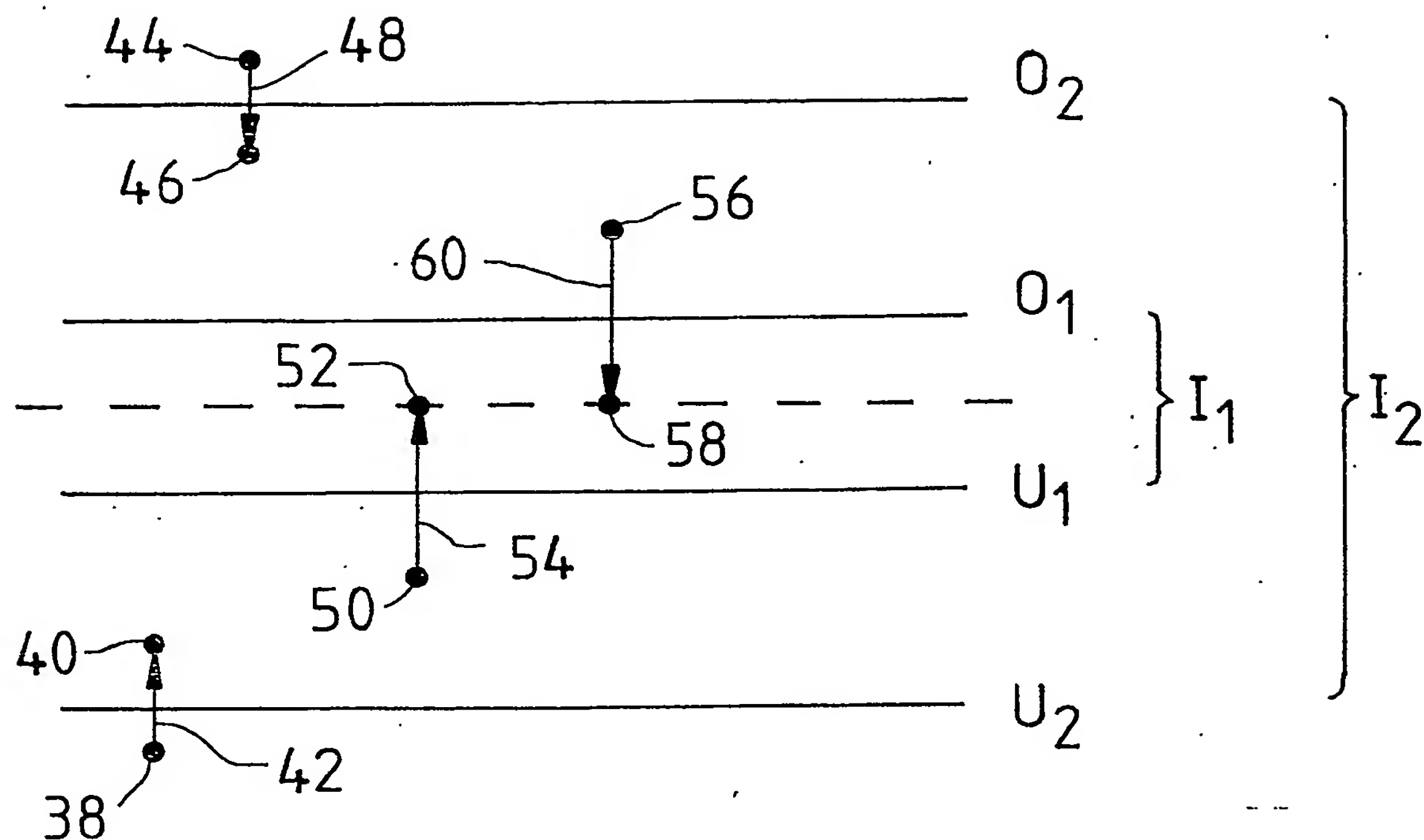


FIG. 3

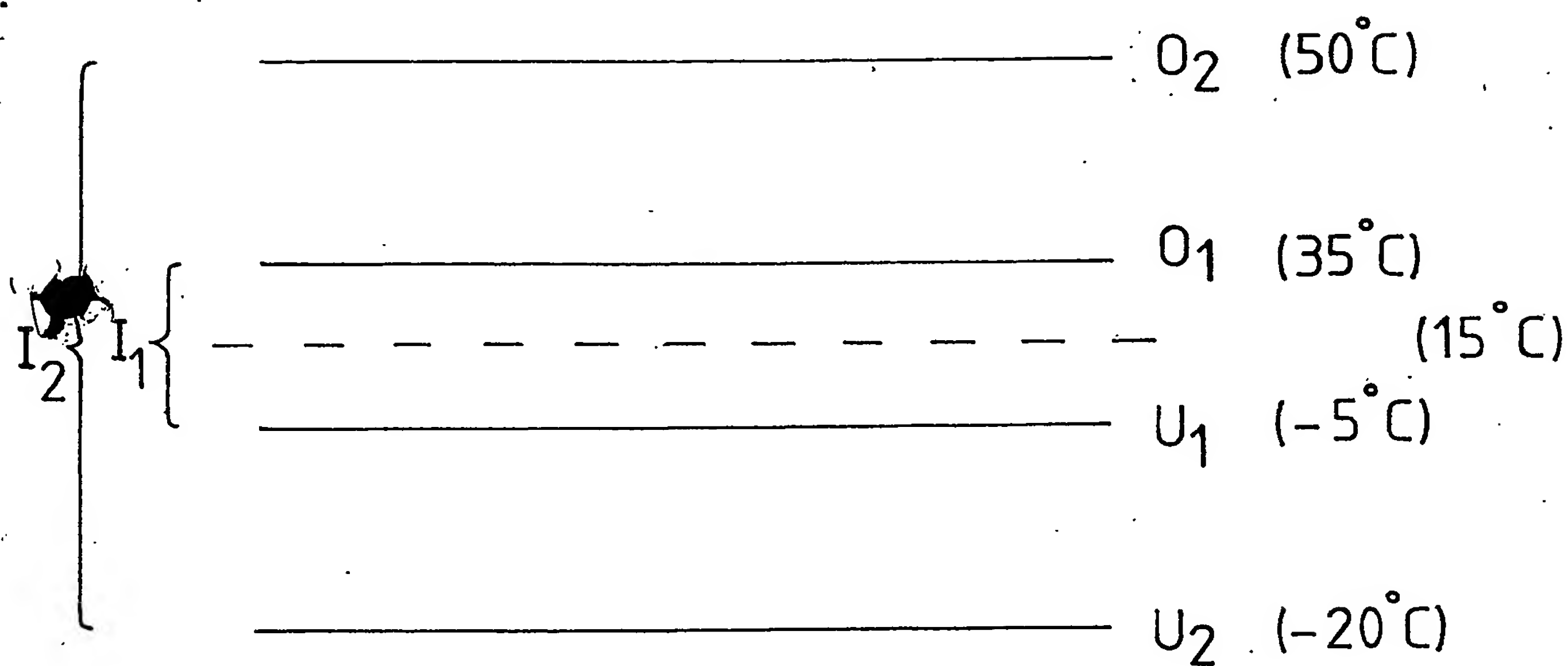
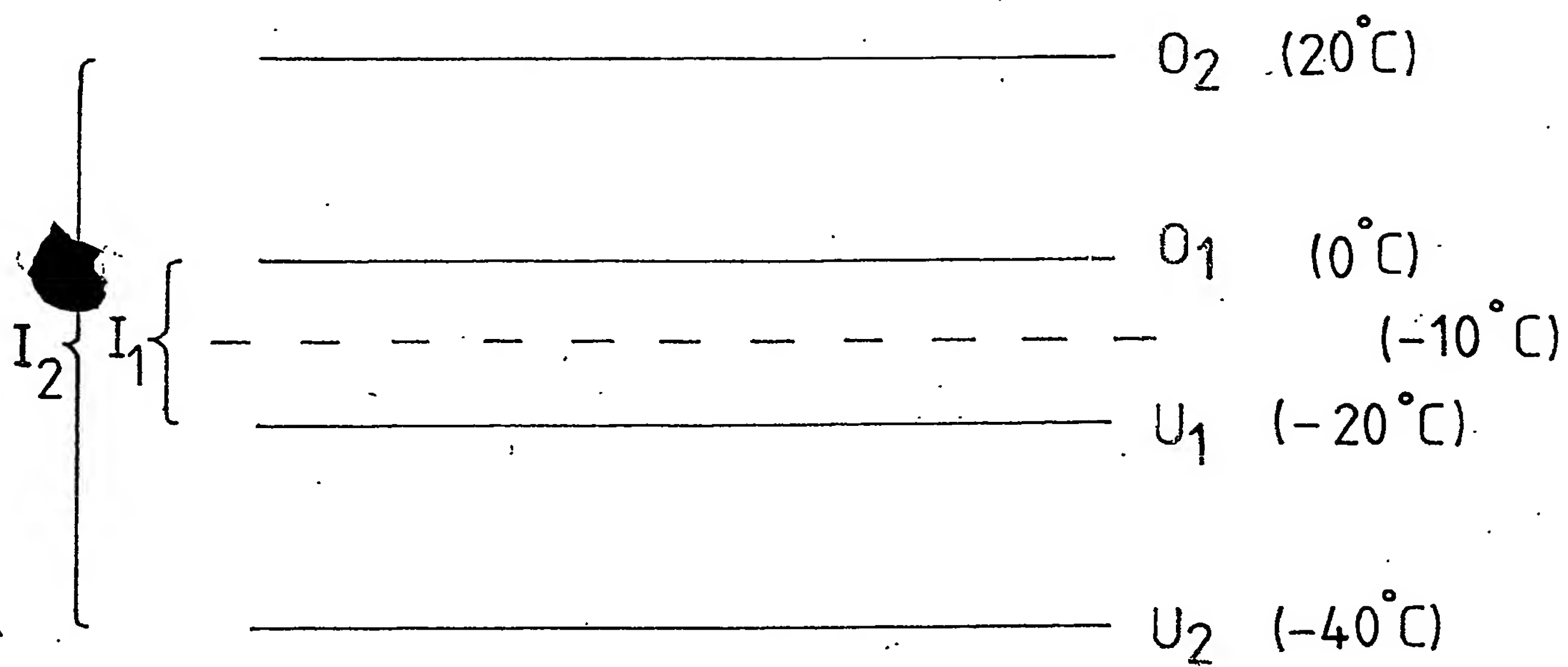


FIG. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**